

# KEMUNGKINAN PENGUKURAN KADAR CAIRAN DALAM TANAH SECARA ELEKTRIK

( *Ir. Thomas Agus Prajitno* )

## *Abstract*

*The possibility of measuring water existence in soil electrically can be done by the utilizing (a) the resistive nature caused by water existence which will result different soil resistance, and (b) the capacitive nature of water inside the soil which will result different dielectric coefficient of the soil. This paper is an effort in describing the capacitive nature of the soil.*

## **I. PENDAHULUAN**

Pada makalah ini tak dibahas tentang air tanah secara detail, karena itu merupakan bidang dari insan pertanian yang tentunya sangat menguasai masalah tersebut. Begitu pula unsur unsur yang terkandung dalam tanah serta mempengaruhi kesuburan tanaman tak dibahas dalam makalah ini.

Kesuburan tanaman antara lain dipengaruhi oleh cairan yang terkandung dalam tanah dimana tanaman tersebut tumbuh. Cairan dalam tanah tersebut berfungsi sebagai zat pelarut dalam pengambilan dan pengangkutan unsur hara dari tanah ke tubuh tanaman, begitu pula proses proses fotosintesa, pertumbuhan dan pembentukan bahan. bahan organik bagian tanaman banyak memerlukan cairan tanah selain itu tentu saja cairan tanah ini ikut menentukan suhu tanah. Dan ini semua tentunya merupakan bagian dari disiplin ilmu pertanian untuk memperdalam dan menjelaskannya.

Pada makalah ini masalah air tanah hanya ditinjau dari sifat fisiknya yang memungkinkan untuk diukur secara elektrik.

## **II. LATAR BELAKANG**

Cara pengukuran kadar air yang biasa dianggap mempunyai ketelitian tinggi umumnya adalah dengan metode gravimetrik. Pada dasarnya cara ini adalah dengan membandingkan berat

tanah yang mengandung cairan dan berat tanah kering serta selisih berat yang terjadi merupakan berat cairan dalam tanah.

Walaupun cara ini cukup teliti, tetapi dalam pelaksanaannya memerlukan waktu untuk mengukur akibat perlu waktu untuk memanaskan tanah tersebut pada suhu antara  $105^{\circ} - 110^{\circ} \text{ C}$  selama selang waktu tertentu untuk menjamin tanah tersebut benar-benar terbebas dari cairan.

Pada makalah ini dicoba untuk diungkap sifat fisis lain dari tanah yang mengandung cairan, sehingga memungkinkan kita untuk mengukurnya secara elektrik. Dalam hal ini sifat tanah yang memungkinkan pengukuran secara elektrik adalah sifat :

\* hambatan

dan

\* dielektrik

### III. TINJAUAN TEORITIS PERMASALAHAN

#### 1. Parameter Hambatan

Secara praktis biasa dikatakan nilai hambatan :

$$R = \frac{\phi L}{\Lambda}$$

R = nilai hambatan dalam  $\Omega$

$\phi$  = hambatan jenis penghantar dalam  $\Omega$  meter

L = panjang penghantar dalam meter

$\Lambda$  = luas penghantar dalam meter<sup>2</sup>

Dalam hal ini cairan akan ikut menentukan nilai hambatan jenis penghantar. Sehingga pada dasarnya, dimungkinkan untuk dilakukan pengukuran nilai hambatan dalam menentukan kadar cairan tanah.

Permasalahan yang terjadi adalah :

Perubahan suhu akan sangat menentukan perubahan nilai hambatan, karena nilai hambatan jenis ikut ditentukan oleh suhu dengan persamaan :

$$\phi_t = \phi_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (t - 20)]$$

dengan :

$\phi_t$  = hambatan jenis pada temperatur  $t^{\circ}\text{C}$

$\phi_{20}$  = hambatan jenis pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$

$\alpha$  koefisien temperatur hambatan (temperature coefficient of resistivity) dalam  $^{\circ}\text{C}^{-1}$

$t$  temperatur pada  $t^{\circ}\text{C}$

permasalahan yang terjadi nilai  $\alpha$  adalah berbeda-beda untuk setiap jenis bahan sebagai contoh :

$\alpha$  untuk aluminium  $0,0039\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

$\alpha$  untuk besi  $0,0050\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

$\alpha$  untuk perak  $0,0038\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

$\alpha$  untuk karbon  $0,0005\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Jelaslah masalah tersebut menimbulkan permasalahan tersendiri untuk pengukuran nilai hambatan.

## 2. Parameter Dielektrik

Pengukuran ini adalah dengan memanfaatkan sifat dari kapasitor yang dibentuk oleh dua buah lempeng logam yang dipisahkan oleh bahan dielektrik dan memenuhi persamaan :

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{L}$$

Dengan :

$C$  nilai kapasitas dalam farad

$\epsilon_0$  koefisien dielektrik ruang hampa  
1 Farad / meter

$A$  luas permukaan lempeng kapasitor dalam meter<sup>2</sup>

$L$  jarak antar kedua lempeng dalam meter

Sedang untuk bahan yang lain adalah :

Udara dengan tekanan 1 atm pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  adalah  $1,00059$  Farad / meter

Udara dengan tekanan 100 atm pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  adalah  $1,0548$  Farad / meter

Dengan perkataan lain yang berpengaruh adalah tekanan udara tersebut serta hanya mengalami perubahan sekitar 5,4 %

Kembali pada ide dasar pengukuran untuk kadar cairan, berarti dalam hal ini dielektrik dipengaruhi oleh air yang mempunyai tetapan dielektrik 78,54 Farad / meter. Karena itu seandainya hal ini dimanfaatkan akan dirasakan perubahan nilai dielektrik sebesar 7749,37 % dibandingkan dengan dielektrik udara.

Ini menunjukkan akan terjadinya perubahan nilai  $C$  yang cukup signifikan untuk mendeteksi kadar air yang dikandung dalam tanah.

#### IV. PERMASALAHAN

Walaupun secara teoritis tampak bila pengukuran dengan memanfaatkan parameter dielektrik cukup menjanjikan untuk dapat dimanfaatkan, beberapa hal yang masih perlu dipertimbangkan adalah :

1. Campuran tanah sendiri yang mungkin saja mengandung unsur logam tertentu yang dapat mengakibatkan nilai dielektrik yang berbeda.
2. Konstruksi tempat peletakan tanah sample yang akan diukur.
3. Alat ukur kapasitas yang akan digunakan mengingat nilai  $C$  yang akan terjadi tak akan bernilai terlampau besar, diperkirakan hanya dalam nilai pico Farad ( $10^{12}$  Farad ) ataupun dalam nilai nano Farad ( $10^{-9}$  Farad )
4. Ketersediaan alat - alat terkalibrasi dengan baik mengingat perbedaan hasil pengukuran kapasitor cukup kecil.

#### V. KESIMPULAN

1. Merupakan satu hal yang mungkin dilakukan yaitu mengukur kadar air tanah dengan memanfaatkan pengaruh dielektrik yang terjadi.
2. Dalam pengukuran kadar cairan dengan memanfaatkan parameter dielektrik, pengaruh temperatur tanah yang digunakan sebagai sample tidak terlampau mempengaruhi hasil pengukuran.
3. Pengukuran relatif akan jauh lebih cepat, karena tak memerlukan waktu pengeringan tanah seperti pada metode gravimetrik yang umum digunakan.
4. Diperlukan penelitian multi disiplin untuk dapat mewujudkan peralatan ukur seperti diatas. Secara garis besar diperlukan disiplin ilmu Fisika ; Pertanian ; Elektro dan mungkin Kimia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ben Zion Kaplan, An Instrument for Continously Measuring Capacitance Changes, IRE Trans, Vol IM-27, No. 1 Maret 1978.
- Fredeiksen, Thomas. M. Intuitive Operational Amplifier From Basic to Useful Applications, McGraw Hill Book Company, New York.
- Sears, F.W and Zemansky M.W., University Physics, Cmplete Volume, Addison Wesley Publishing Company Inc. London.